

*Kongresno priopćenje  
UDK 550.341*

## **Odnos između atenuacionih funkcija akceleracije i intenziteta potresa\***

*Dragutin Cvijanović i Boris Krstulović*

*Građevinski institut, Zagreb, Jugoslavija*

Definiranje zakonitosti opadanja seizmičke energije s udaljenošću od žarišta potresa bitno utječe na točnost određivanja projektnih seizmičkih parametara. Empiričke atenuacione funkcije akceleracije ili intenziteta potresa, često u nas korištene, imaju zajednički nedostatak da su izvedene na osnovi podataka iz nekog drugog područja. Makoseizmički podaci iz razdoblja od 1901. do 1980. godine omogućili su definiranje atenuacione funkcije intenziteta potresa za područje sjeverozapadnog dijela Jugoslavije. S druge strane, registracije mreže akceleroagrafa iz razdoblja od 1973. do 1981. godine omogućile su definiranje atenuacione funkcije akceleracije potresa za područje Jugoslavije i sjevernog dijela Italije. Usporedba atenuacionih funkcija akceleracije i intenziteta potresa ukazuje na mogućnost međusobne dopune makroseizmičkih podataka o potresima i registracija akceleracije prilikom definiranja zakonitosti opadanja seizmičke energije.

### *Relationship between attenuation functions of acceleration and intensity of earthquakes*

The definition of function of seismic energy attenuation has important influence on the seismic design parameters. Empirical attenuation functions of acceleration or the intensity of earthquakes, which are often applied in Yugoslavia, have the same shortcoming that they have all been defined on the basis of data from another area. Macro seismic data for the period from 1901-1980 made possible the definition of functions of intensity attenuation of earthquakes from the NW part of Yugoslavia. On the other hand, the registration of the accelerograph network in the period from 1973-1981 made possible the definition of attenuation acceleration functions for the area of Yugoslavia and the northern part of Italy. The relationship between the attenuation functions of acceleration and the intensity of earthquakes points to the possibility of using macro seismic data together with accelerograms when defining the function of attenuation of seismic energy.

\* Prikazano na simpoziju "Observations and Modelling in Geophysics" što ga je organizirao Geofizički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Simpozij je održan od 11. do 13. lipnja 1986. godine u Zagrebu.

## 1. Uvod

Na osnovi makroscizmičkih i mikroscizmičkih podataka o potresima s epicentrom na području sjeverozapadnog dijela Jugoslavije iz razdoblja od 1901-1980. godine izvedena je atenuaciona funkcija intenziteta potresa oblika (Cvijanović, Krstulović, 1986):

$$M = (a_1 + a_2 I_m) + (b_1 + b_2 I_m) \cdot \log s_m + c(I_m)$$

gdje su :

$M$  – magnituda potresa

$I_m$  – intenzitet potresa (u stupnjevima MCS)

$s_m$  – polumjer izoseista (u km) za dani intenzitet  $I_m$  potresa

$$a_1 = -5,517; a_2 = 1,280; b_1 = 4,294; b_2 = -0,347$$

$$c(I_m) = -0,334 \text{ do } 0,076$$

Sličnim postupkom, na osnovi podataka o akceleracijama potresa s epicentrom na području Jugoslavije i sjeverne Italije iz razdoblja od 1973-1981. godine, izvedena je atenuaciona funkcija akceleracije potresa oblika (Bucić et al., 1986):

– za "male" iznose akceleracije ( $a_R < 0,066$  g)

$$M_m = (a_{11} + a_{12} \log a_R) + (b_{11} + b_{12} \log a_R) \log R + c_m(a_R)$$

– za "velike" iznose akceleracije ( $a_R > 0,066$  g)

$$M_v = (a_{21} + a_{22} \log a_R) + (b_{21} + b_{22} \log a_R) \log R + c_v(a_R)$$

gdje su:

$M_m, M_v$  – magnituda potresa

$a_R$  – akceleracija potresa u dijelovima akceleracije sile teže g

$R$  – epicentralna udaljenost (u km) mjesta na kome je registrirana akceleracija  $a_R$  potresa

$$a_{11} = 0,89702; a_{12} = -0,43090; b_{11} = 3,73226; b_{12} = 0,75620$$

$$a_{21} = 6,45900; a_{22} = 4,54713; b_{21} = 0,72973; b_{22} = -2,01657$$

$$c_m(a_R) = -0,06 \text{ do } 0,11; c_v(a_R) = -0,30 \text{ do } 0,14$$

Oblici ovih atenuacionih funkcija omogućuju usporedbu zakonitosti opadanja intenziteta i akceleracije s udaljenošću od epicentra potresa.

## 2. Usporedba atenuacionih funkcija akceleracije i intenziteta potresa

U oba slučaja pretpostavlja se, da intenzitet  $I_m$  i akceleracija  $a_R$  ovise o epicentralnoj udaljenosti  $S_m$  odnosno  $R$  mjesta na kojem je ocijenjen intenzitet  $I_m$ , odnosno registrirana akceleracija  $a_R$  :

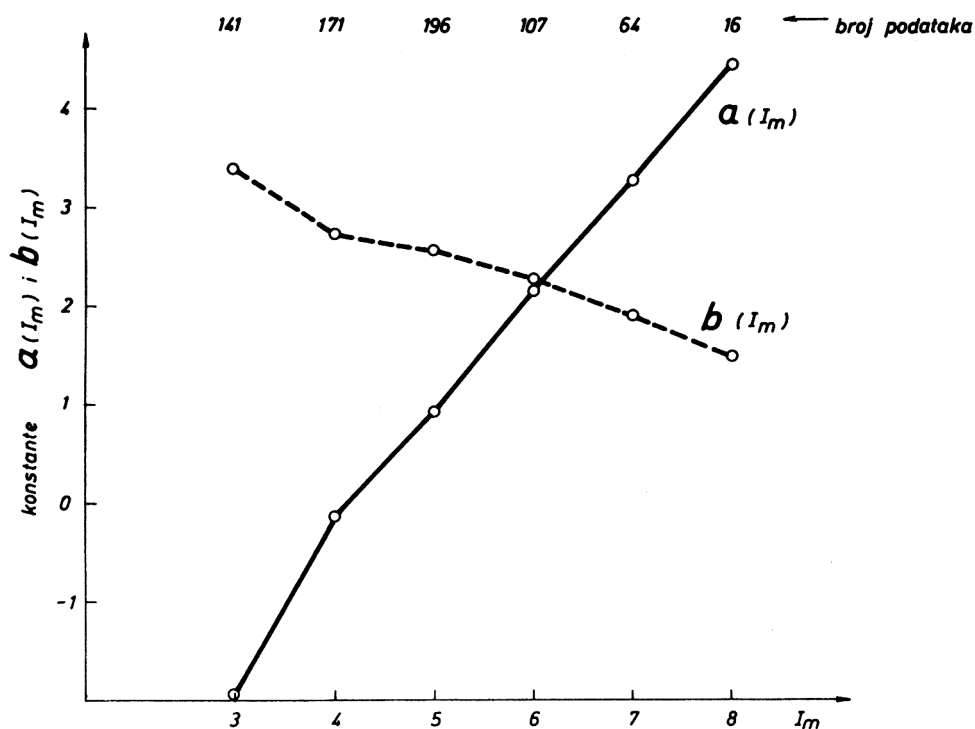
$$M = a(I_m) + b(I_m) \cdot \log S_m, \quad \text{odnosno}$$

$$M = a(a_R) + b(a_R) \cdot \log R$$

U slučaju intenziteta potresa pretpostavlja se da konstante  $a(I_m)$  i  $b(I_m)$  ovise linearno o intenzitetu  $I_m$  potresa:

$$a(I_m) = a_1 + a_2 I_m$$

$$b(I_m) = b_1 + b_2 I_m$$



Slika 1. Odnos između konstanti  $a(I_m)$  i  $b(I_m)$  i intenziteta  $I_m$  potresa

Figure 1. Relationship between constants  $a(I_m)$  and  $b(I_m)$  and intensity  $I_m$  of earthquakes

Konstante  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  određene su visokim koeficijentom korelacije (sl. 1) što znači da je ta ovisnost pouzdana za čitav interval intenziteta potresa od 3 do 8 stupnja MCS ljestvice.

Za akceleraciju potresa pretpostavlja se, da konstante  $a(a_R)$  i  $b(a_R)$  ovise logaritamski o akceleraciji  $a_R$  potresa :

$$a(a_R) = a_{ij} + a_{1k} \cdot \log a_R$$

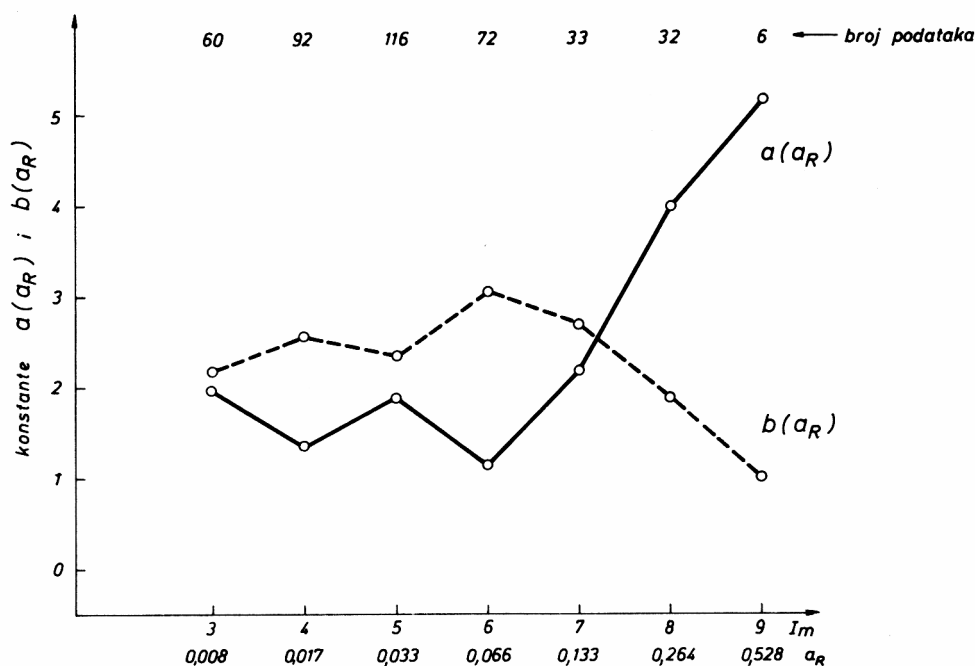
$$b(a_R) = b_{ij} + b_{1k} \cdot \log a_R$$

Očito je, da se ta zavisnost ne može prikazati istim vrijednostima konstanti za čitav interval akceleracija (sl. 2). Bito se razlikuju intervali "malih" iznosa od "velikih" iznosa akceleracije. Granična vrijednost akceleracije ili mjesto diskontinuiteta na atenuacionoj funkciji akceleracije je za  $a_R = 0,066$  g (prosječna vrijednost odabrane klase akceleracije  $a_R = 0,0470 - 0,0938$  g). Prema tome su vrijednosti konstanti  $a(a_R)$  i  $b(a_R)$  :

– za "male" iznose akceleracije ( $a_R < 0,066$  g)

$$a(a_R)_m = a_{11} + a_{12} \log a_R$$

$$b(a_R)_m = b_{11} + b_{12} \log a_R$$



Slika 2.. Odnos između konstanti  $a(a_R)$  i  $b(a_R)$  i akceleracije  $a_R$  potresa

Figure 2. Relationship between constants  $a(a_R)$  and  $b(a_R)$  and acceleration  $a_R$  of earthquakes

– za "velike" iznose akceleracije ( $a_R > 0,066$  g)

$$a(a_R)_v = a_{21} + a_{22} \log a_R$$

$$b(a_R)_v = b_{21} + b_{22} \log a_R$$

Osnovni zaključak je da intenzitet potresa kontinuirano opada s udaljenošću od epicentra, dok se akceleracija potresa najprije naglo smanjuje, a zatim znatno sporije.

Taj zaključak potrebno je ipak promatrati uz ove napomene :

– podaci o intenzitetima i magnitudama potresa i polumjerima izoseista su iz dugog vremenskog razdoblja (80 godina) i potječu od velikog broja potresa, zato su vjerojatno i atenuacione funkcije pouzdanije definirane,

– podaci o akceleracijama potresa su iz kratkog vremenskog razdoblja (8 godina) i uglavnom su od dva potresa (crnogorskog 1979. i furlanskog iz 1976. godine) i stoga su sigurno atenuacione funkcije nepouzdanije definirane.

Kako iskoristiti i jedne i druge podatke radi definiranja zakonitosti opadanja seizmičke energije s udaljenošću od epicentra potresa? Prvo bi trebalo ustanoviti odnos između akceleracija i intenziteta potresa za naše područje. Drugo, niz podataka o akceleracijama potresa treba popuniti s novima, npr. s područja Kopaonika od 1980. godine do danas, a i iz drugih područja Jugoslavije. Treće, u slučaju novog jačeg potresa, na svakom mjestu gdje je lociran akcelerograf treba odrediti i intenzitet potresa.

### 3. Zaključak

Danas već postoji dovoljan broj podataka da se mogu, barem preliminar- no, definirati atenuacione funkcije akceleracije i intenziteta potresa prema podacima o potresima sa žarištem u Jugoslaviji i susjednim područjima.

Usporedbom tih atenuacionih funkcija može se pouzdanije definirati zakonitost opadanja seizmičke energije s udaljenošću od epicentra potresa za naša područja.

Ubuduće treba više pažnje posvetiti ocjeni intenziteta potresa na mjestima lokacija akcelerografa.

### Literatura

- Bucić, P., D. Cvijanović, B. Krstulović (1986) : Atenuacione funkcije akceleracije potresa. IV kongres Saveza društava za seizmičko građevinarstvo Jugoslavije, Cavtat, 23-25.4.1986., str. 9-14, Zbornik radova 1, Zagreb, 1986.
- Cvijanović, D., B. Krstulović (1986): Atenuacione funkcije intenziteta potresa. IV kongres Saveza društava za seizmičko građevinarstvo Jugoslavije, Cavtat, 23-25.4.1986., str. 1-7, Zbornik radova 1, Zagreb, 1986.